n. 18 - L. 12.900 - 6,66 euro

TEORIA

I rettificatori

DIGITALE

Gioco a punteggio

Indicatore di livello logico

CONTROLLO

Accensione e spegnimento graduali

Controllo vocale

Traguardo elettronico

AUDIO

Organo elettronico a tre ottave

LABORATORIO

Consigli e trucchi (V)

IN REGALO in questo fascicolo

3 Molle
cm 60 di Filo grigio
1 Jack stereo femmina
1 Condensatore da 10 µF, elettrolitico
1 Condensatore da 22 nF, ceramico o in poliestere
1 Condensatore da 47 nF, ceramico o in poliestere
2 Resistenze da 22K, 5%, 1/4W
2 Resistenze da 2K7, 5%, 1/4W

Peruzzo & C.

9 771129 409005 00018

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

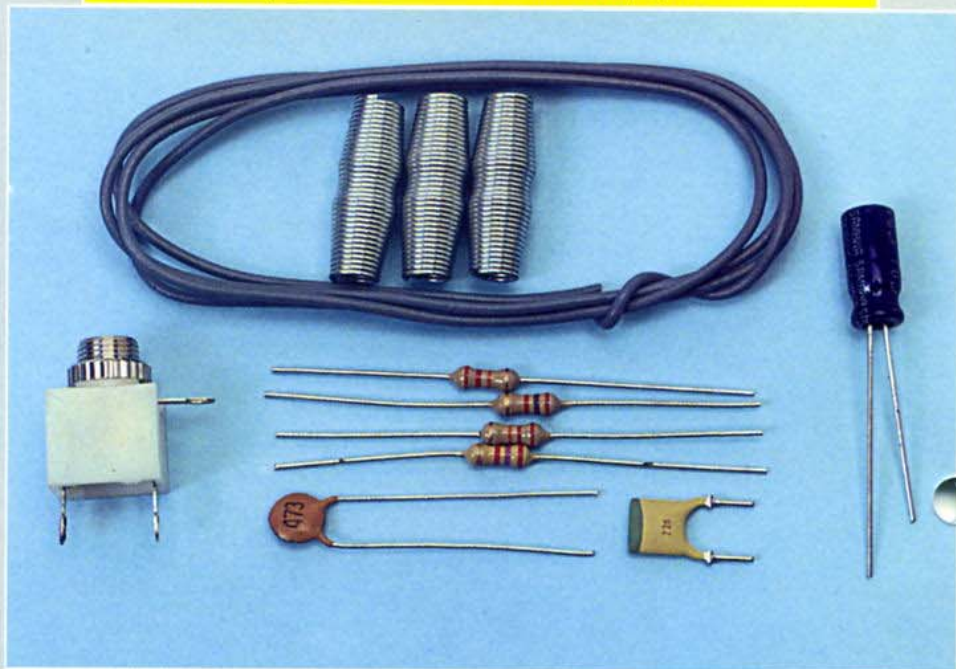
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

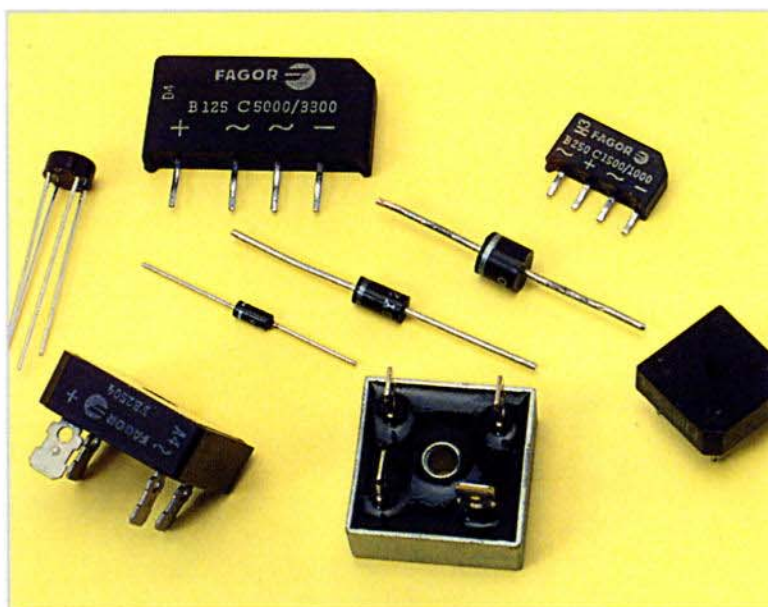
- 3 Molle
- cm 60 di Filo grigio
- 1 Jack stereo femmina
- 1 Condensatore da 10 µF, elettrolitico
- 1 Condensatore da 22 nF, ceramico o in poliestere
- 1 Condensatore da 47 nF, ceramico o in poliestere
- 2 Resistenze da 22K, 5%, 1/4W
- 2 Resistenze da 2K7, 5%, 1/4W

In questo numero si completa la connessione del commutatore e vengono forniti altri componenti per effettuare molti esperimenti.

I rettificatori

I rettificatori vengono utilizzati per ottenere correnti a senso unico.

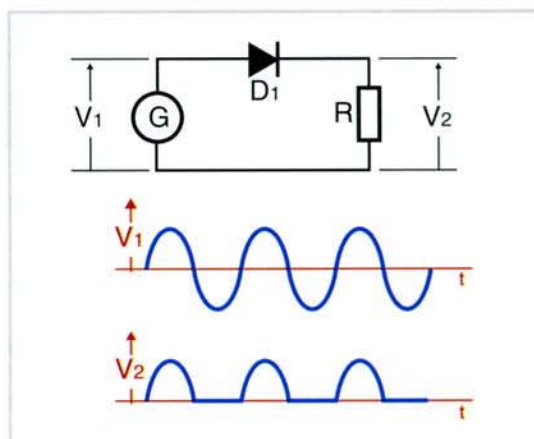
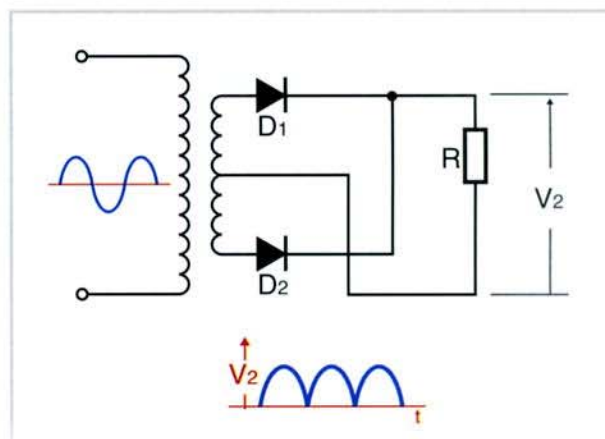
Una delle maggiori applicazioni della rettificazione è la conversione dell'energia elettrica da alternata in continua. La necessità di rettificare la corrente deriva dal fatto per cui, normalmente, la distribuzione dell'energia eroga corrente alternata; in Europa è da 220 Volt e 50 Hz, anche se si utilizzano altre tensioni, come quelle da 380 Volt, da 110 Volt, da 100 Volt eccetera, così come quella da 60 Hz è frequente in alcuni stati del continente americano.

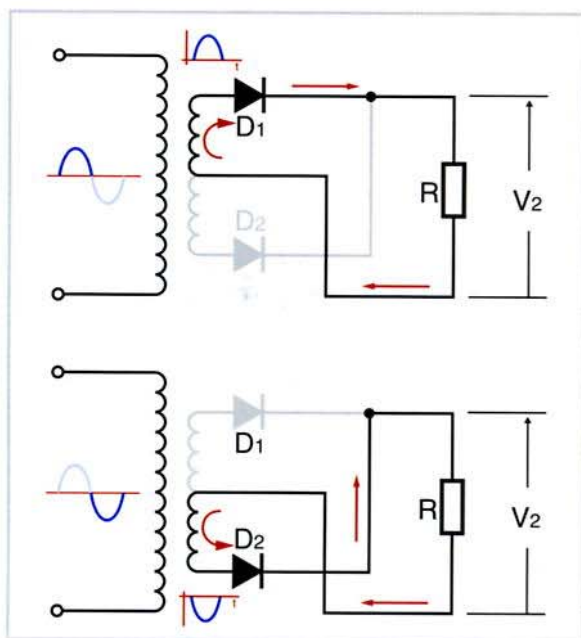
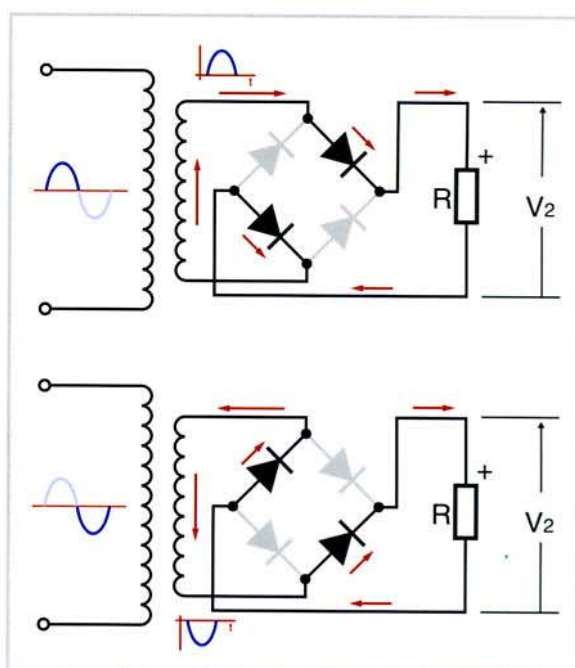
Nell'energia alternata il verso della corrente cambia alternativamente con una frequenza di 50 cicli al secondo. Il vantaggio principale della distribuzione di corrente alternata sta nel fatto che consente l'utilizzo dei trasformatori per elevare la tensione e diminuire la corrente nei conduttori, rendendo possibile la costruzione di grandissime linee di alta tensione per rendere più facile il trasporto dell'energia fino ai luoghi di utilizzo, passando attraverso diversi trasformatori fino ad arrivare alla tensione di 220 Volt/50 Hz di uso domestico.

Questa è la tensione disponibile e la si deve usare e trasformare a seconda delle necessità di ciascuna apparecchiatura, o meglio, di ciascuna parte dell'apparecchiatura.

I raddrizzatori e i ponti raddrizzatori sono un elemento comune in quasi tutte le fonti di alimentazione.

Dispositivi

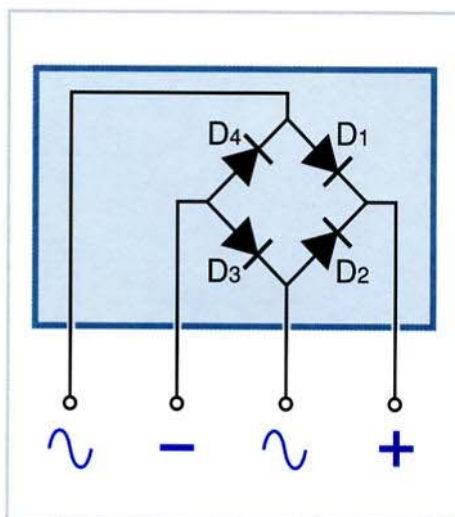
Per rettificare è facile dedurre che si devono utilizzare dei dispositivi che conducano in un solo senso e che impediscano il passaggio della corrente nel senso inverso. Oggi chiunque può identificare, e a ragione, questi dispositivi con i diodi semiconduttori.

Prima dell'utilizzo dei semiconduttori basati sull'unione PN, già venivano utilizzati dei rettificatori. I rettificatori più utilizzati in elettronica erano le valvole a vuoto; in seguito, si impiegarono dei rettificatori basati su piastre in selenio, e anche gli "spettacolari" retti-

Rettificatore a mezza onda.

Rettificatore a onda intera con due diodi.

I rettificatori

Funzionamento del rettificatore a onda intera con due diodi, a seconda di quale sia il verso dell'onda, conduce un diodo oppure un altro.

Funzionamento del ponte rettificatore con quattro diodi a seconda di quale sia il verso della semionda entrante.

ficatori ai vapori di mercurio, autentici pezzi da museo che chi ha visto in funzione una volta, ricorderà per sempre!

Diodi

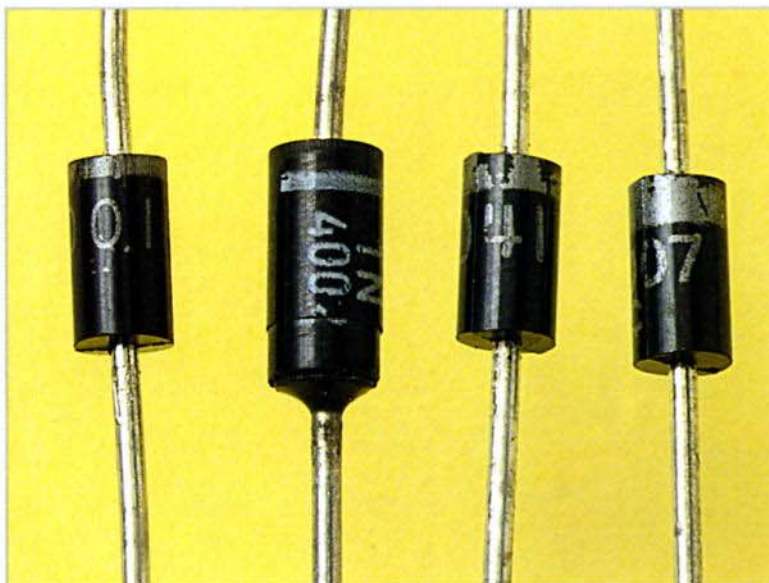
Il cammino che ebbe a percorrere la tecnologia dei semiconduttori fu molto arduo dato che ai primordi si ottennero delle unioni PN che erano in grado di funzionare con pochi milliAmpère. Oggigiorno, disponiamo di diodi rettificatori di dimensioni ridotte e di un altro tipo di semiconduttori di potenza, come i tiristore, che riescono a controllare anche mille Ampère, cosa che rende più facile la progettazione e la costruzione di piccolissimi e affidabilissimi rettificatori. L'alta affidabilità implica che il numero dei possibili guasti è così ridotto che i rettificatori non si guastano quasi mai.

Raddrizzatore a ponte con quattro diodi. Questo ponte è un componente con l'indicazione dei terminali.

Corrente

Quando si progetta un rettificatore, si deve tenere conto della massima corrente che circolerà in senso diretto attraverso ciascun diodo. La corrente inversa, normalmente, è ridottissima e non viene considerata, a parte casi specifici, quando si effettuano dei calcoli approssimativi. Per i diodi della famiglia 1N4000 la corrente massima diretta è di 1 Ampère, anche se riescono a sopportare dei picchi di corrente maggiori, ma di breve durata.

Tensione

Quando un diodo di potenza conduce, ha una caduta di tensione di circa un Volt, che è un poco superiore alla caduta di tensione diretta tra i diodi che vengono impiegati per piccolissime correnti all'interno dei cir-

I rettificatori

La serie dei diodi 1N4000 è molto utilizzata nelle applicazioni elettroniche fino a 1 Ampère.

cuiti elettronici. Si suppone che vengano usati per tensioni molto superiori ad un Volt, dato che sappiamo che i diodi non conducono al di sotto della tensione di soglia. Quando il semiciclo della tensione applicata è inverso deve sopportare tutta la tensione; per una tensione efficace di 220 Volt, la tensione del picco si avvicina ai 300 Volt, e se misuriamo tra i due picchi opposti della sinusoide, raggiungiamo una tensione da picco a picco di circa 600 Volt. In elettronica, normalmente, si lavora con tensioni inferiori, perché prima di rettificare è usuale interporre un trasformatore riduttore della tensione. Come esempio citiamo il diodo della serie 1N4004, che sopporta 400 Volt di tensione inversa e il diodo 1N4007, che sopporta 1.000 Volt.

I rettificatori a mezza onda

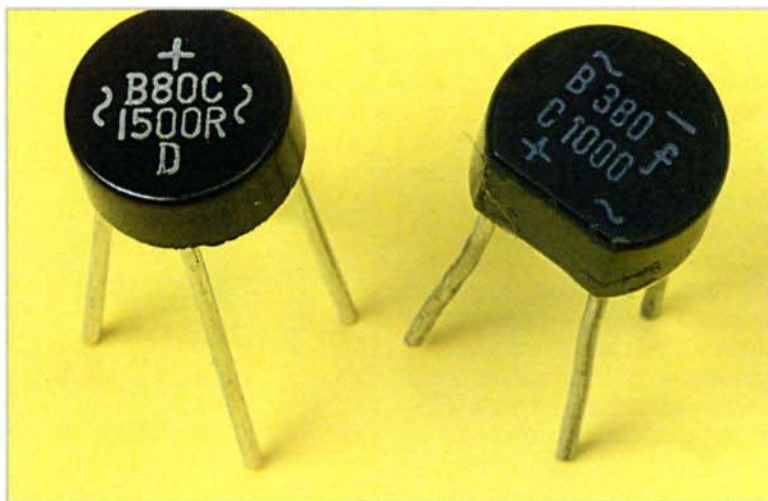
Questo tipo di rettificatore è semplicissimo: utilizza un diodo semiconduttore che viene interposto tra la presa di corrente alternata, che sia direttamente quella della rete oppure il secondario di un trasformatore, e il carico.

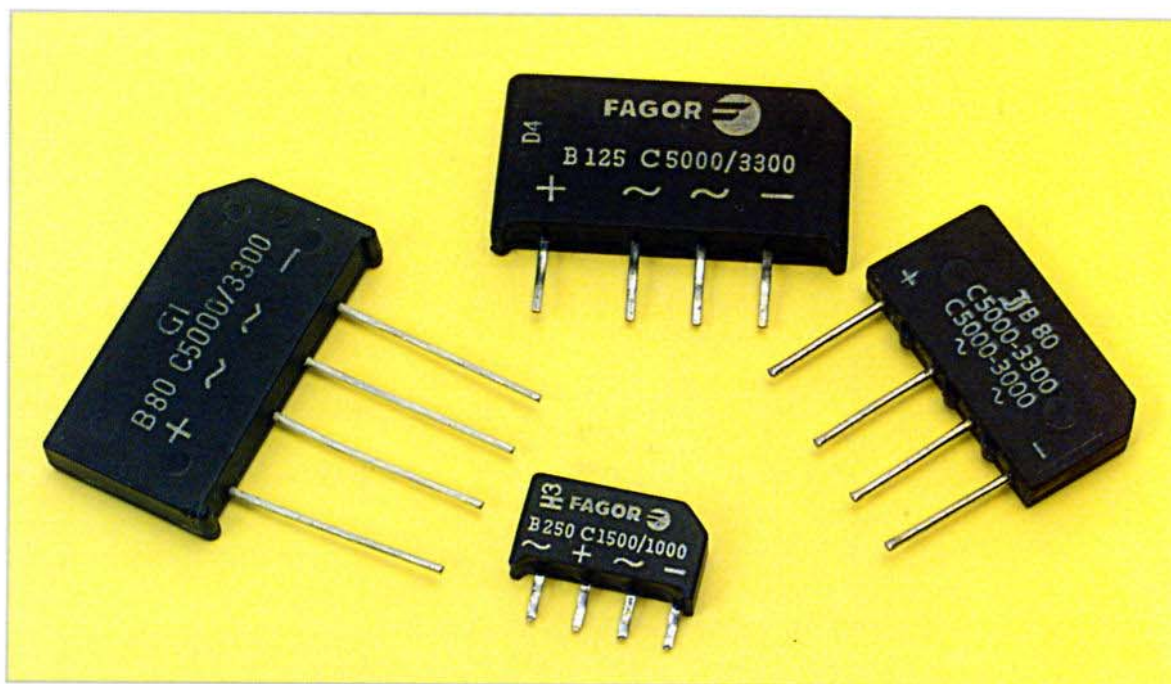
La corrente d'uscita ha un solo verso, ma non è continua, perché è formata da impulsi che vanno solamente in un senso, lasciando dei "vuoti" in cui gli impulsi negativi vengono eliminati. Ciò fa sì che questo tipo di raddrizzatore venga utilizzato in circuiti con una corrente piccola, in cui il rendimento energetico ha poca importanza.

Rettificatori a onda intera

I raddrizzatori ad onda intera utilizzano tutta l'energia, sfruttando i due semicicli dell'onda sinusoidale. La semionda viene raddrizzata dal diodo che in quella fase è in stato di conduzione, per ottenere così il flusso di corrente solamente in un senso.

Rettificatori a onda intera con due diodi

Questo tipo di rettificatore si basa sull'utilizzo di un trasformatore con presa centrale nel secondario. Se, per esempio, si vogliono ottenere 12 Volt rettificati, il trasformatore deve essere di 12-0-12 Volt, deve, cioè, essere un trasformatore con secondario da 24 Volt e con presa interme-

Piccoli ponti rettificatori. B80 indica la tensione inversa massima (80 Volt) e C1500 segnala come carico massimo di 1.500 milliAmpère, cioè 1,5 Ampère.

I rettificatori

Ponti raddrizzatori di media potenza.

dia. Si osserva il funzionamento molto bene nella corrispondente illustrazione, seguendo il percorso che la corrente segue in ciascun semiciclo. All'uscita si ottiene una corrente rettificata, in un solo verso, che sfrutta tutti i semicicli dell'onda, ma che non è ancora continua.

Raddrizzatore ad onda intera con quattro diodi

Il vantaggio apportato da questo tipo di rettificatore sta nel fatto che esso non utilizza un trasformatore con presa intermedia nel secondario; per ottenere una tensione raddrizzata di 12 Volt è sufficiente utilizzare un trasformatore con un secondario a 12 Volt. Utilizza due diodi che conducono in ogni verso e il suo funzionamento può essere osservato nella corrispondente illustrazione.

Ottenimento della corrente continua

Per ottenere corrente continua è necessario filtrare la corrente rettificata. Si utilizzano filtri dotati di bobine e condensatori collocati dopo i rettificatori, ma abbandoniamo l'argomento e lo studieremo in seguito.

Ponti raddrizzatori di potenza.
Al centro hanno un foro che facilita l'installazione dei dissipatori.

Gioco a punteggio

Grazie a questo gioco possiamo passare dei momenti divertenti.

Il circuito che stiamo presentando simula il funzionamento del famoso gioco tascabile "PINBALL". Ogni diodo LED rappresenta un punteggio; ci sono, inoltre, dei punti extra e un abbuono "x2".

Per dare degli impulsi nel 4017 premeremo una volta P8; così, quando liberiamo il pulsante, otterremo dei punti che accumuleremo e potremo gareggiare con i nostri amici.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito è semplicissimo; è dotato di una frequenza di clock elevata affinché quando pigiamo P8, i LED variano velocemente e non possiamo decidere di rilasciarlo nel momento in cui il punteggio è quello che ci interessa. Noi abbiamo stabilito il seguente punteggio: LD1 = 1, LD2 = 10, LD3 = 50, LD4 = 100, LD5 = 0, LD6 = 25 e LD7 = 25. Questo è solamente un esempio e voi potrete assegnare loro il punteggio più opportuno a ciascun LED. Abbiamo, inoltre, altri due diodi che sono quelli che indicano l'abbuono: LD8 = "EXTRA" e LD9 = x2. In questo modo possiamo giocare e vedere chi raggiunge un maggior punteggio a ogni tiro, considerando anche la possibilità di avere un tiro extra. Possiamo giocare a questo gioco con diverse persone e giocando impareremo anche qualcosa in più sull'elettronica.

A ogni LED acceso è assegnato un punteggio

Il circuito

Il circuito consta di tre parti: l'oscillatore, il clock e gli abbuoni. Il circuito oscillatore è progettato con porte NOR ed è stato calcolato per avere una frequenza di circa 500 Hz. Il segnale dell'oscillatore viene applicato all'entrata del clock CLK del 4017, ma non farà sì che funzioni, perché la sua entrata di abilitazione /ENA non è attiva. Per farlo funzionare dobbiamo premere P8 e mentre lo facciamo nel 4017 l'uscita attiva si sposterà da Q0 a Q7. Se quando liberiamo il pulsante l'uscita attiva è una di quelle che va da Q0 a Q6, avremo un LED illuminato e avremo ottenuto un punteggio diretto.

L'uscita Q7 resetta il contatore per farlo tornare nuovamente a Q0. L'uscita si attiva anch'essa ogni volta che si produce un RESET e,

Gioco a punteggio

COMPONENTI	
R1, R3	1 M
R2	100 K
R4, R5, R6	2K2
C1	10 nF
U1	4001
U2	4017
U3	4027
LD9	LED verde
LD1 a LD8	
P8	

quindi, quando teniamo premuto P8 si attiverà molte volte. Questa uscita è collegata a due flip-flop JK configurati per formare due flip-flop T, di modo che quando liberiamo il pulsante, LD8 o LD9 possono rimanere attivati.

La velocità dell'oscillatore fa sì che il gioco possa essere considerato d'azzardo.

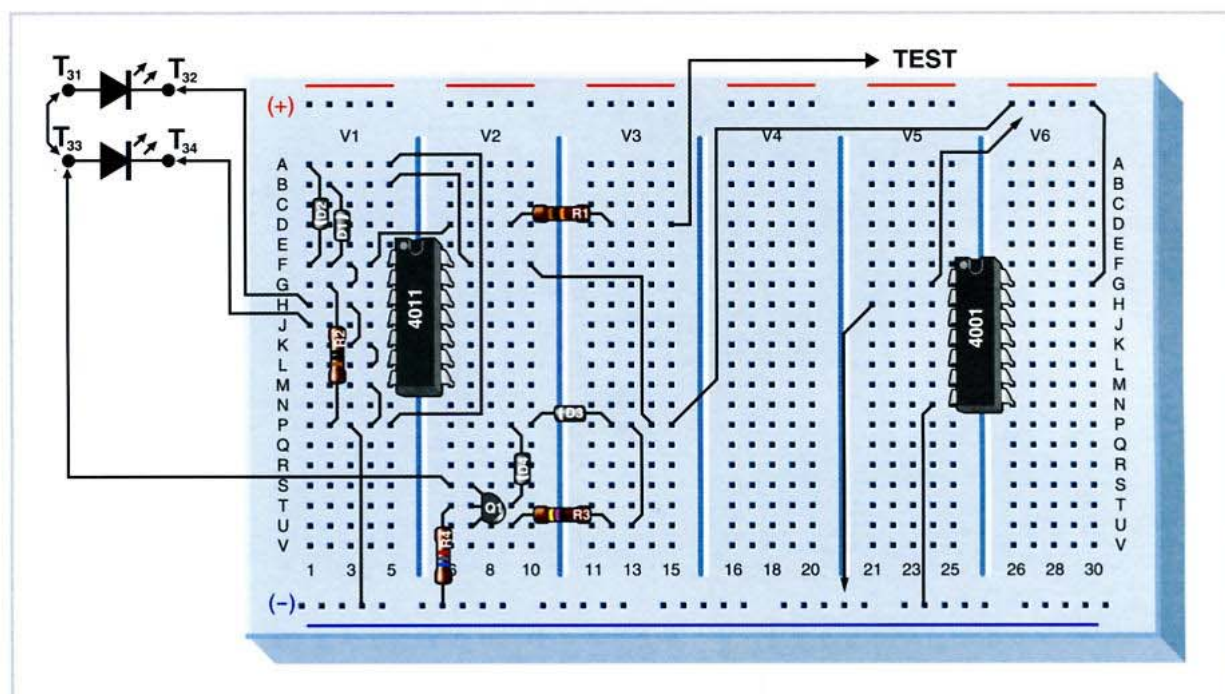
Avviamento

Il circuito deve funzionare al semplice collegamento dell'alimentazione e alla semplice pressione di P8. Se non dovesse farlo, verificheremo, innanzitutto, l'alimentazione dei diversi integrati e, in seguito, la polarità dei LED e tutte le connessioni. Se tutto è ben collegato, il circuito dovrebbe funzionare senza problemi.

Esperimenti

Possiamo variare la frequenza dell'oscillatore, diminuendola per riuscire a osservare ciascun LED attivo a ogni impulso del clock. A tal fine, aumenteremo il condensatore C1 o la resistenza R2, oppure tutti e due. Logicamente, raccomandiamo di aumentare la resistenza per garantire che sia un gioco d'azzardo.

Indicatore del livello logico

Indica lo stato di un segnale del circuito digitale.

Nell'ambito dei dispositivi che consideriamo di verifica, possiamo avere anche questo semplice, ma utile circuito che ci servirà per controllare i circuiti digitali: potremo sapere, in qualunque momento, se nel circuito logico o digitale abbiamo un livello alto o basso. Un paio di LED indicherà se all'uscita c'è un '1' o uno '0'.

Funzionamento

Questo circuito è una semplicissima sonda logica. Il suo funzionamento si limita a rilevare se il segnale da verificare – che verrà collegato ai due estremi dell'entrata – è un livello alto '1' (in questo caso si illuminerà il diodo LED LD7) o se al contrario è un livello basso '0' (nel qual caso si illuminerà il LED LD8).

Dobbiamo tenere presente un'importante considerazione, quando arriva il momento di operare con il circuito: la sua alimentazione deve essere la stessa del circuito da verificare. In ogni caso, non dobbiamo oltrepassare il margine delle tensioni che va da 5 a 15 Volt, che è appunto quello accettato dai circuiti CMOS: nel montaggio utilizziamo il 4011.

Un LED ci indica se è uno '0' oppure un '1'

Il circuito è dotato, inoltre, di una protezione contro le tensioni elevate d'entrata e contro le tensioni negative. L'impedenza d'entrata è elevata per potersi adattare perfettamente a qualunque uscita logica o digitale. Quando l'entrata è uno '0', si illumina il LED LD8, mentre se è un '1', si illumina il LED LD7.

Il circuito

All'entrata del circuito abbiamo inserito un partitore resistivo perché il circuito non venga influenzato dal rumore che potrebbe accoppiarsi all'entrata, causato dal fatto che le porte CMOS sono sensibilissime: potrebbe indicare erroneamente un '1'.

Abbiamo anche protetto il circuito, da un lato, dalle elevate tensioni d'entrata positive (maggiori dell'alimentazione), mediante il diodo D1, e, dall'altro, dalle tensioni d'entrata negative, mediante il diodo D2.

Il transistor Q1, insieme con le resistenze R3, R4 e i diodi D3 e D4, formano un generatore di corrente costante che farà sì che attraverso i LED circoli una corrente di circa 10 mA. I LED, quindi, si illumineranno quando la corrispondente uscita, quella di U1A per LD7

Indicatore del livello logico

COMPONENTI	
R1	10 K
R2	1 M
R3	47 Ω
R4	6K8
D1, D2	1N4001
D3, D4	1N4148
Q1	BC558
U1	4011
LD7, LD8	

e quella di U1B per LD8, si pone a livello basso. Se all'entrata c'è uno '0', l'uscita U1A lo inverte, per cui la sua uscita è un '1' e LD7 non lampeggia, ma U1B, illuminando LD8, lo fa invertire nuovamente. Se, invece, all'entrata c'è un '1', all'uscita di U1A, ci sarà uno '0' e LD7 si illuminerà.

È importantissimo che l'alimentazione di questo circuito sia la medesima di quella del circuito da controllare.

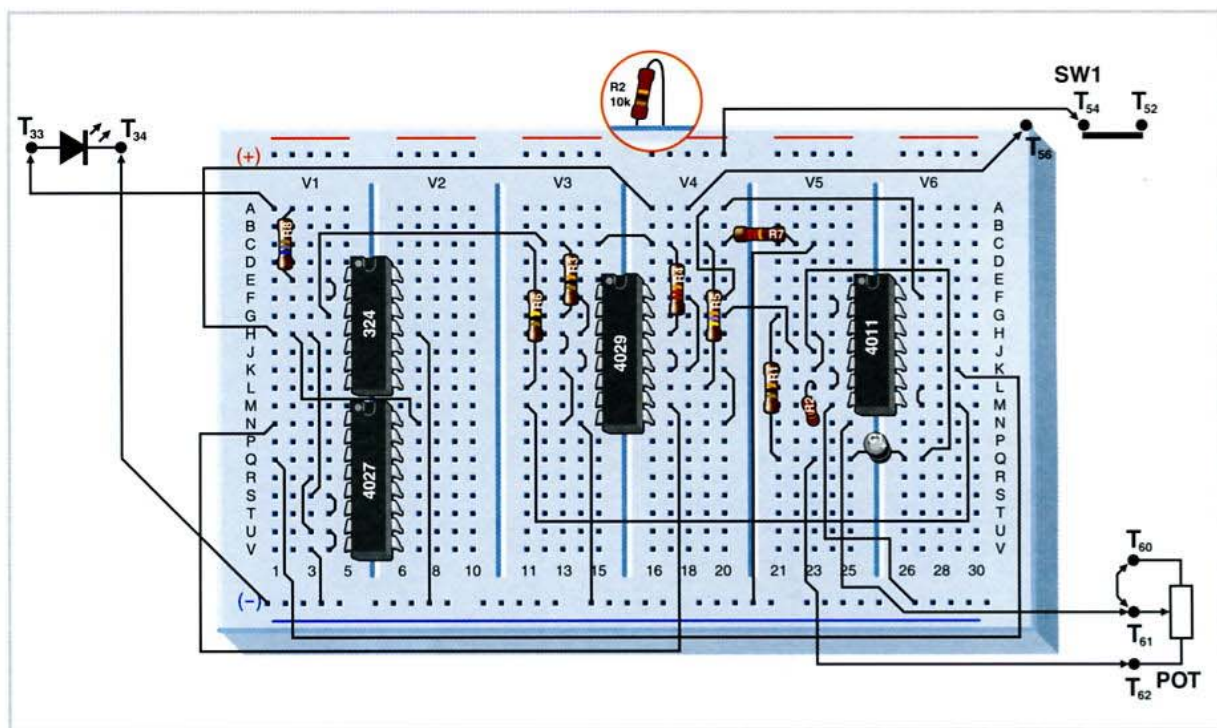
Avviamento

Collocare tutti i diodi con la corretta polarità è importantissimo. In quanto a D1 e D2, la loro errata installazione potrebbe distruggere la porta o il circuito da controllare. D'altra parte, se non collochiamo correttamente D3 e D4, questi non lasceranno illuminare in nessun modo i LED.

Esperimenti

Con questo circuito non possiamo effettuare molti esperimenti; logicamente, possiamo variare la corrente circolante nei LED di modo che si illuminino in minore o maggior misura. A tal fine, dovremo variare la corrente che circola nel collettore di Q1. Faremo ciò riducendo R3 o R4, anche se dobbiamo fare attenzione, perché un valore troppo basso potrebbe distruggere il transistor.

Accensione e spegnimento graduali

Illumina e spegne un LED gradatamente e continuativamente.

Il circuito genera una tensione di forma triangolare: una parte ascendente fino al valore massimo, una parte discendente fino a che il LED cambia luminosità in proporzione alla tensione del segnale. La velocità d'accensione del diodo può essere direttamente controllata per mezzo del potenziometro dell'oscillatore che a ogni impulso provoca un incremento della tensione all'uscita del circuito.

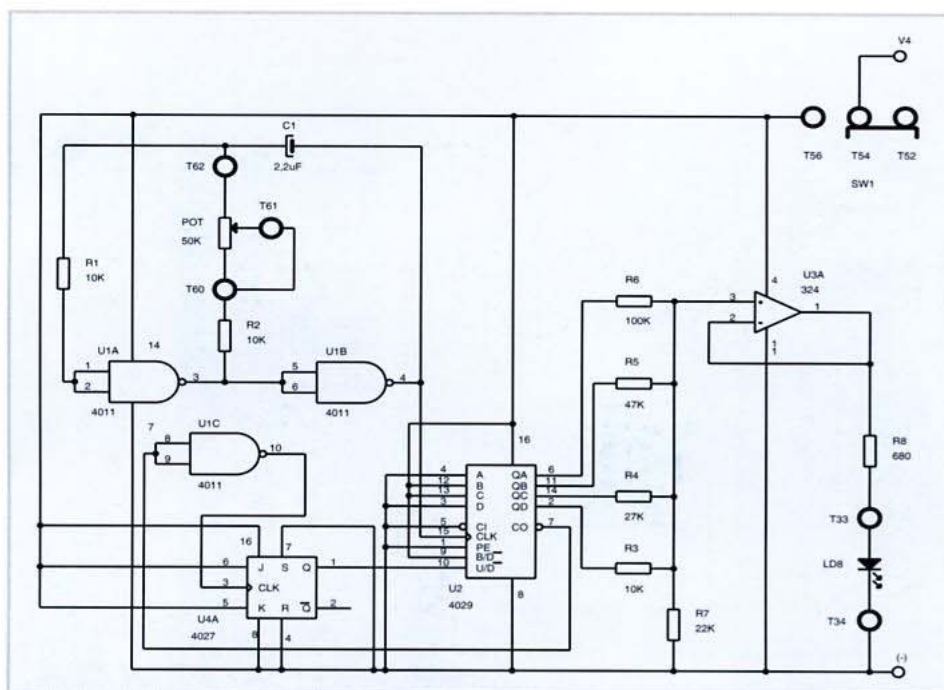
Funzionamento

Per avviare il circuito, dobbiamo collegare l'alimentazione azionando il commutatore SW1.
Una volta alimentato il circuito, quando il contatore avanza in senso ascendente, la luminosità del LED incrementa; ciò si verifica quando nel terminale 10 del contatore, uscita del flip-flop T, c'è un '1'. Il contatore è in modalità binaria per cui il massimo conteggio cui può arrivare è 1111 = 15. Quando giunge a questo valore, l'uscita CO (carry out) produce un'onda che, invertita, servirà da clock per far cambiare lo stato del flip-flop T, costruito con U3A, che passerà a '0', di modo che il contatore inizierà a scendere. Il LED aumenta la propria luminosità quando il contatore conta in modalità ascendente e la diminuisce quando conta in modalità discendente. Quando il contatore in modalità discendente arriva a '0', in CO si produce un altro impulso che, invertito, servirà da clock per porre nuovamente a '1' l'uscita del flip-flop T; il contatore avanzerà ancora in modalità ascendente. La velocità a cui si produce questo effetto (accensione e spegnimento) dipenderà dalla frequenza dell'oscillatore con porte NAND e potremo variarla mediante il potenziometro POT. Il generatore dell'onda triangolare è costituito dal contatore con le resistenze di uscita R3-R7. Come stadio di uscita si utilizza un amplificatore operazionale configurato come seguitore e la cui uscita sarà attivata dal LED.

A ogni impulso del clock, cambia la tensione del LED

Il generatore di onda triangolare

Questo circuito è costituito dal contatore configurato in modalità binaria pura con le resistenze R3, R4, R5, R6, e R7. La rampa di salita e discesa viene generata in funzione di ciò che il contatore conteggia in modalità ascendente, U/D = 1 o discendente, U/D = 0. L'uscita di minor peso del

Accensione e spegnimento graduali

COMPONENTI	
R1, R2, R3	10 K
R4	27 K
R5	47 K
R6	100 K
R7	22 K
R8	680 Ω
C1	2,2 µF
U1	4011
U2	4029
U3	LM324
U4	4027
POT	
LD8	
SW1	

contatore è QA e quella del maggior peso QD. Le resistenze sono state disposte in maniera tale che all'uscita R7 abbia più tensione quanto più è il peso dell'uscita attiva. Così, in R7 si avrà più tensione se l'uscita QD è attiva piuttosto che se è attiva QB. La tensione di uscita si somma quando ci sono diverse uscite attive. Così, ogni volta che viene introdotto un impulso del clock, se il contatore sale, il codice della sua uscita si incrementa e aumenta anche la tensione agli estremi della resistenza R7. Se, invece, il contatore scende, diminuisce il codice di uscita del contatore e anche la tensione agli estremi di R7. Il risultato finale sarà una tensione che aumenta o diminuisce in piccoli scalini, ciascuno dei quali corrisponde a un codice di uscita del contatore. Se mettiamo la frequenza del clock molto lenta, possiamo osservare l'effetto dell'incremento per scalini sulla propria luminosità del LED.

Avviamento

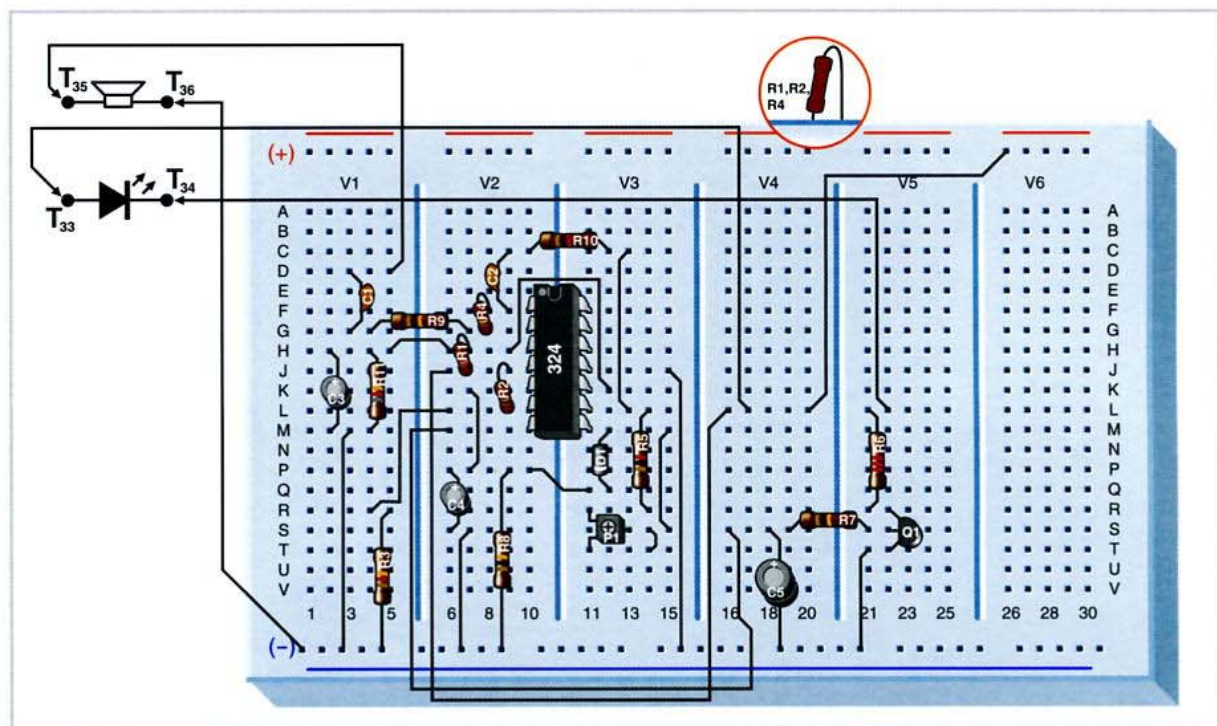
Il circuito deve funzionare semplicemente collegando l'alimentazione attraverso l'interruttore SW1. Se il LED non si illumina, verificheremo l'alimentazione in ogni integrato U1, U2, U3 e U4. Rivedremo anche la polarità del condensatore C1 e, infine, quella dello stesso LED LD8.

Il potenziometro stabilirà la velocità a cui cambia la luminosità del LED.

Esperimenti

Possiamo cambiare la frequenza dell'oscillatore diminuendola per osservare meglio ogni salto di tensione riflesso dalla luminosità del LED. A tal fine, aumenteremo il valore del condensatore C1 e/o della resistenza R2. Possiamo cambiare anche qualche resistenza di uscita del contatore e vedere come il salto diventi minore, se la aumentiamo, mentre se la riduciamo diventi maggiore; il diodo LED varierà ulteriormente la propria luminosità quando questa uscita è attiva.

Controllo vocale

La voce attiverà il circuito illuminando il LED.

Questo circuito è montato con amplificatori operazionali che lavorano come amplificatori del segnale microfonico nei primi stadi e come comparatori nell'ultimo stadio, per indicare, mediante l'illuminazione del LED, che il circuito ha captato un suono – che può anche essere la voce. Ciò ci permetterà di costruire un circuito di controllo vocale, come quello che hanno alcuni orologi e che si spengono quando questo circuito viene attivato.

Funzionamento

Il funzionamento del circuito passa per tre stadi, quelli seguiti dal segnale da quando viene rilevato fino a quando il LED, captato il suono, si illumina. Abbiamo, innanzitutto, la captazione del segnale, operazione effettuata dal proprio altoparlante. Il segnale captato passa attraverso un filtro passa alto per escludere interferenze.

Il segnale, dopo essere stato filtrato, viene amplificato per ottenere un maggior livello, prima per mezzo di un circuito che è composto da U1A e, in seguito, da U1C. Quest'ultimo ha un guadagno regolabile grazie a P1, per regolare il circuito e che ci permette di rilevare suoni più o meno deboli. Il segnale di uscita di U1C si rettifica, così che passi solamente la parte positiva, che sarà poi quella che caricherà il condensatore C4. La tensione che acquisisce sarà quella applicata al terminale invertente 5 di U1B, di modo che quando quest'ultimo supera la tensione che c'è nel terminale 6 (circa 4,9 V) l'uscita passerà a livello alto. Il LED si illuminerà per un periodo di tempo stabilito dal condensatore C4 da un lato e da C5 dall'altro.

L'altoparlante servirà da microfono

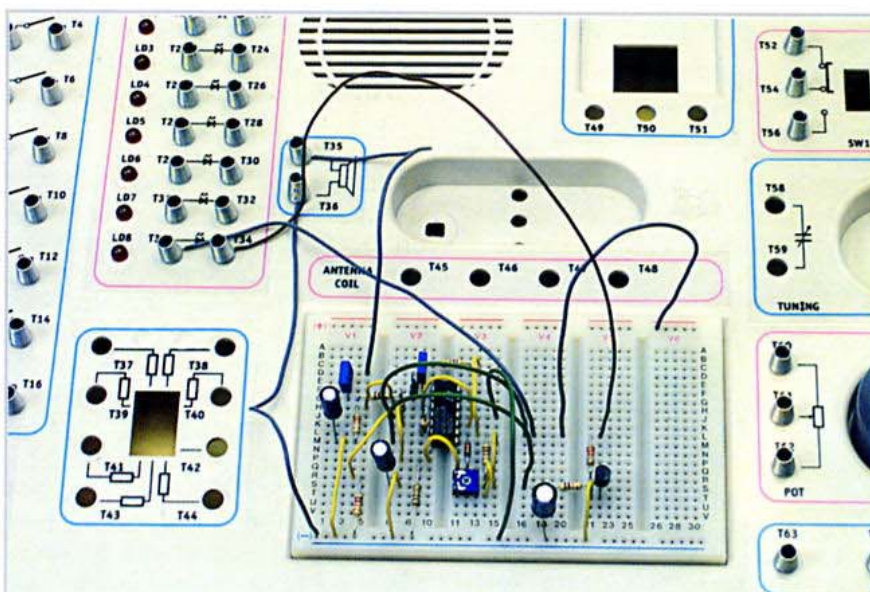
Il circuito

Analizziamo il circuito in stato di riposo e in seguito con il segnale. In stato di riposo, l'altoparlante non capta segnale e all'uscita di U1A ci sono 4,5 Volt che stabiliremo attraverso R1 e R11. Il condensatore C2 elimina la continua a farà sì che all'entrata di U1C, terminale 9, ci siano 0 Volt, per cui anche alla sua uscita ci saranno 4,5 Volt. In stato di riposo, l'entrata del segnale degli amplificatori, terminali invertenti degli operazionali (2 e 9), è di 0 Volt. Innanzitutto, perché non si capta nulla nell'altoparlante e, poi, perché non c'è l'uscita del primo. Il termi-

Controllo vocale

COMPONENTI	
R1, R11	82 K
R2, R7, R9	10 K
R3	12 K
R4	820 K
R5, R10	1 K
R6	2K2
R8	15 K
P1	100 K
C1, C2	100 nF
C4	47 µF
C5	100 µF
D1	1N4148
Q1	BC548
U1	LM324
LD8	

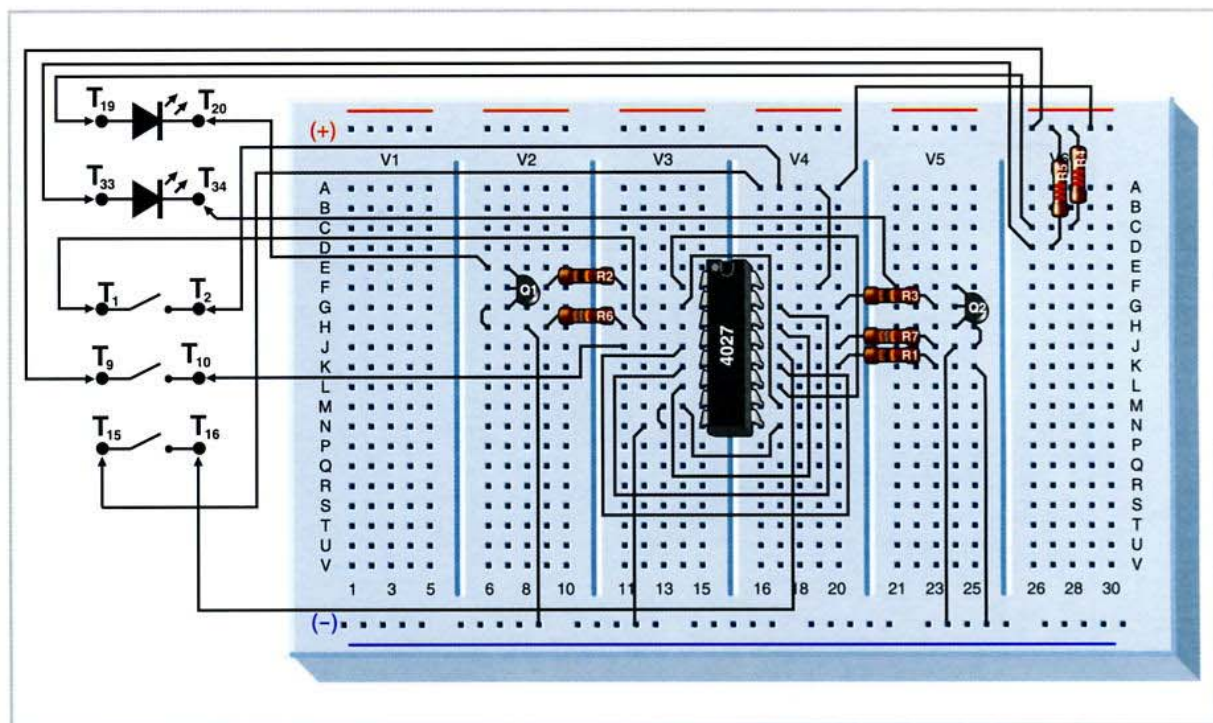
nale non invertente dei due operazionali (3 e 10) è collocato a metà dell'alimentazione, 4,5 Volt, perché possa amplificare i segnali audio. Senza segnali d'entrata, l'uscita del secondo operazionale sarà da 4,5 Volt per cui il condensatore C4 si caricherà con questo valore e la suddetta tensione verrà applicata all'entrata non invertente di U1B, che è configurato come un comparatore al quale, sul terminale 6, abbiamo circa 4,9 Volt. In questo modo, in assenza di segnale, l'uscita del comparatore è 0 Volt e il transistor non funziona.

Quando l'altoparlante capta un segnale, quest'ultimo viene amplificato nei primi due stadi. All'uscita di U1C appare il segnale amplificato, cosicché i suoi picchi positivi caricano il condensatore a una tensione superiore a 4,5 Volt. Quando la tensione del condensatore supera 4,9 Volt del divisore R2-R3, l'uscita del comparatore passerà a livello alto e il LED si illuminerà. Quanto maggiore è il guadagno di U1C, quanto maggiore è il valore resistivo di P1, tanto più deboli saranno i suoni che il circuito sarà in grado di captare.

Il potenziometro P1 servirà per variare la sensibilità del circuito.

Regolazione del circuito

Supponiamo di volere che il circuito si illumini alla parola "STOP"; a tal fine, la pronunceremo vicino all'altoparlante. Se il LED non si illumina, gireremo P1 perché abbia maggior resistenza e così ne aumentiamo il profitto. Se con il guadagno al massimo, ancora non funziona, avvicineremo un po' di più l'altoparlante prima di parlare: non dobbiamo dimenticarci che è un altoparlante e non è sensibile come un microfono.

Traguardo elettronico

Il gioco ci consente di rilevare chi sia il più veloce.

Abbiamo visto molte volte nei concorsi televisivi porre una domanda: chi sa rispondere deve premere un pulsante che fa accendere una luce nel banco di chi ha risposto più velocemente. Questo circuito è il medesimo, ma è fatto solamente per due concorrenti.

Funzionamento

Per avviare il circuito, con l'alimentazione collegata, basta premere P5, "START". In questo momento il circuito è pronto: basta premere P1 o P8 e il LED corrispondente si illumina. Il pulsante 5 serve a resettare tutti e due i flip-flop e a spegnere il LED che potrebbe essersi acceso, il circuito rimane in questo modo pronto ad attivare il LED quando il primo preme il pulsante.

Il circuito può essere utilizzato per giocare a un gioco d'abilità in cui semplicemente vince chi è più veloce oppure, come fanno in televisione, se stiamo giocando a un gioco che preveda domande e risposte, per vedere chi risponde per primo.

Si illumina il LED del vincitore

Il circuito

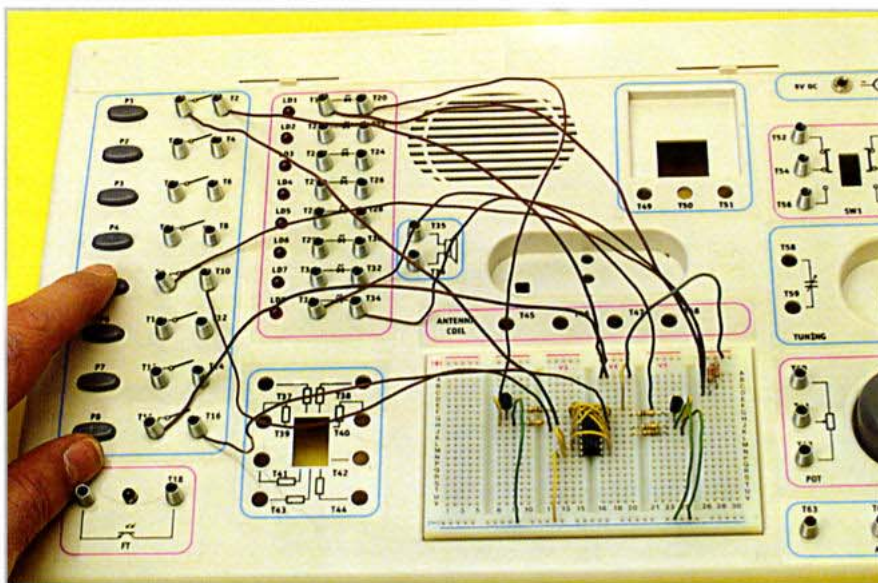
Innanzitutto, per poter operare dobbiamo effettuare un "reset" sui due flip-flop JK: a questo scopo, poniamo l'entrata R dei due flip-flop a livello alto per mezzo del pulsante P5. Se osserviamo la configurazione dei flip-flop, vediamo che, dopo il "reset", l'uscita /Q è '1' e che /Q è collegata all'entrata J dell'altro flip-flop.

Ogni pulsante dell'entrata è collegato all'entrata del clock dei due flip-flop, per cui, non appena abbiamo un '1' all'entrata J dei due flip-flop, il primo che preme sarà quello che farà passare a livello alto il rispettivo flip-flop, inabilitando l'altro flip-flop. Questo è il motivo per cui si deve ridare un "reset" premendo P5 per effettuare un'altra prova di abilitazione. I pulsanti P1 e P8 sono collegati in maniera tale che, quando li premiamo, introduciamo all'entrata del clock un livello alto e all'uscita si produce un cambiamento. Alle uscite abbiamo disposto dei transistor per pilotare i diodi LED e per non caricare l'uscita dei flip-flop, anche se non verrebbero a crearsi troppi problemi se collegassimo i LED alle loro uscite.

Traguardo elettronico

COMPONENTI	
R1	15 K
R2, R3	10 K
R4, R5	2K2
R6, R7	18 K
U1	4027
Q1, Q2	BC548
P1, P5, P8	
LD1, LD8	

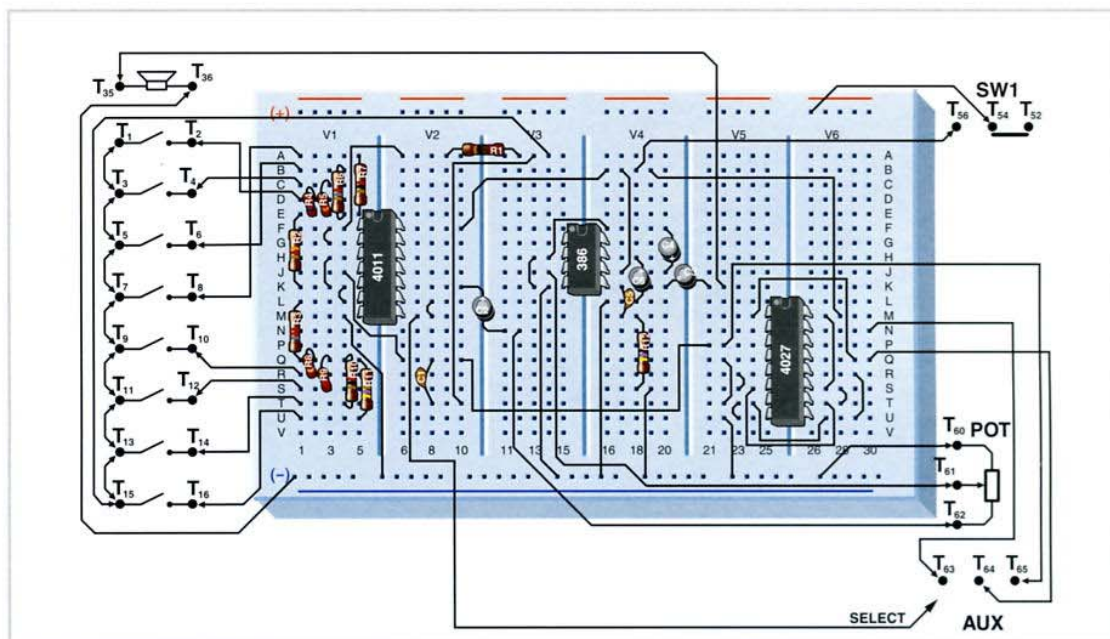
Avviamento

Se quando attiviamo P5 e uno dei due pulsanti, il circuito non funziona, verificheremo innanzitutto le connessioni dei transistor Q1 e Q2. Non dovremo inoltre dimenticarci di ricontrollare l'alimentazione dell'integrato e la polarità dei diodi LED.

Chi preme per primo, illuminerà il suo LED e l'altro non potrà illuminarsi.

Esperimenti

Se modifichiamo le resistenze della base dei transistor o quelle del collettore possiamo variare la luminosità dei LED, fino a un massimo di 10 mA, soglia massima sopportabile da questi diodi LED. Dobbiamo tener sempre conto del fatto che possiamo distruggere i diodi o gli stessi transistor se facciamo circolare una corrente troppo elevata. Per ricominciare il gioco, si deve premere nuovamente P5.

Organo elettrico a tre ottave

Questa apparecchiatura può generare tutte le note comprese in tre ottave consecutive.

Questo circuito è una modifica di quello precedente, "AUDIO 10". Riusciremo ad ottenere i suoni corrispondenti a tre ottave: avremo quelli di un'ottava per eccesso e quelli dell'altra per difetto. Per cambiare ottava, dobbiamo effettuare una commutazione perché abbiamo a disposizione solamente otto tasti.

Prima di passare alla descrizione del circuito, dobbiamo dare un chiarimento. Questo tipo di organo è monofonico, il che implica che per ottenere la nota corretta si può premere solamente un tasto. Gli organi professionali, invece, sono polifonici e danno la possibilità di premere simultaneamente diversi tasti. Tuttavia, il nostro piccolo organo può essere utilizzato per interpretare delle melodie, ma, oltre ad avere qualche nozione di elettronica, dovremo avere anche qualche nozione di musica.

Funzionamento

Il circuito base è lo stesso di "AUDIO 10". Ricordiamo che le frequenze dell'oscillazione dipendono dal valore del condensatore C1 da 22 nF. In questo caso, togliamo C1 e lo sostituiamo con un condensatore da 47 nF, a cui se ne può aggiungere un altro, in parallelo, da 2,2 nF, così da ottenere una frequenza maggiormente esatta. In questo modo, le frequenze ricercate saranno il doppio di quelle che avevamo prima.

Dividendo per due la frequenza, si cambia ottava

Ottave

Quando si dice che una frequenza è un'ottava al di sopra di un'altra, vuol dire che ha una frequenza doppia. Essere sotto di un'ottava invece, vuol dire che abbiamo la metà della frequenza.

Costruire un divisore di frequenza per due utilizzando dei bistabili JK, è semplicissimo; così si ottiene una frequenza a metà, un'ottava sotto a quella applicata all'entrata. Se applichiamo all'entrata tutte le frequenze corrispondenti a un'ottava, otterremo alla sua uscita le frequenze corrispondenti a un'ottava più bassa. Se osserviamo lo schema, le frequenze generate dalla pressione, e che appariranno nel terminale 4 di U1B, vengono applicate all'entrata del clock, terminale 3 di U3A, e all'uscita, nel terminale T64, si ottengono le frequenze che sono metà di quelle applicate all'entrata. Se, a loro vol-

Organo elettrico a tre ottave

COMPONENTI	
R1	1 M
R2	12 K
R3	8K2
R4	5K6
R5	3K3
R6	1K8
R7, R10	1 K
R8	3K9
R9	2K2
R11	470 Ω
R12	47 Ω
C1	22 nF
C2	1 µF
C3	100 µF
C4	47 µF
C5	22 nF
C6	10 µF
U1	4011
U2	LM386
U3	4027
POT	
ALTOPARLANTE	
SW1	
P1 a P8	

ta, queste frequenze vengono applicate al terminale del clock, dall'altro divisore si otterranno quelle dell'altra ottava – inferiori alla precedente – ottenendo una frequenza che è la quarta parte di quella ottenuta all'inizio e che sono disponibili nel terminale T63 per essere applicate all'amplificatore, dopo essere passate attraverso la porta U1C collegata come invertente.

Per cambiare ottava si utilizzano i divisori di frequenze.

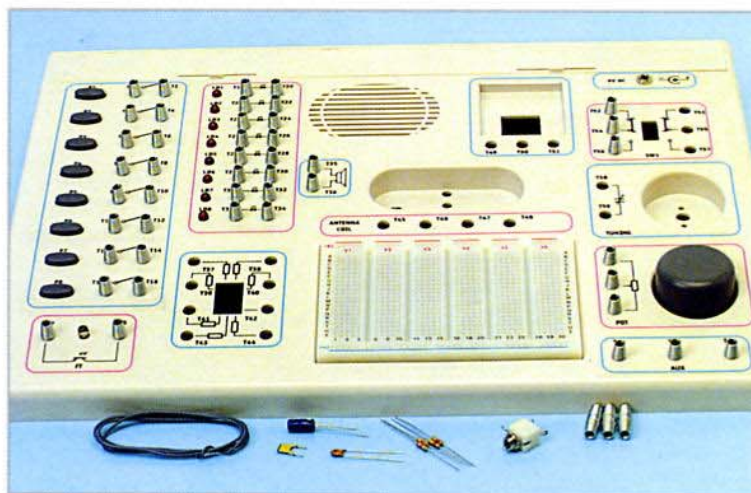
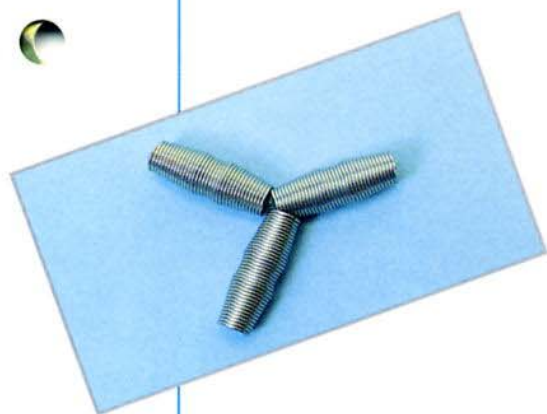
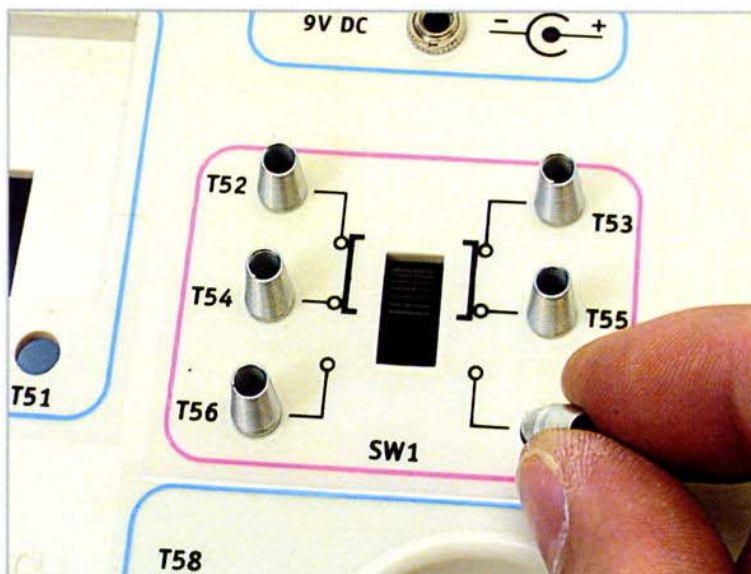
Strumenti musicali

In questo caso sorge la medesima domanda: perché utilizzando le stesse note in tutti gli strumenti musicali suonano diverse e, inoltre, perché due strumenti con la stessa nota danno suoni differenti? Esistono delle frequenze che corrispondono ai toni puri – in questo caso la forma dell'onda è una sinusoide perfetta – e il livello teorico di distorsione è praticamente zero, ma se costruissimo uno strumento perfetto con i suddetti toni, in realtà il suono sarebbe sporco e spento. Sembra una contraddizione. Quando in uno strumento si genera il suono corrispondente a una nota, si produce un tono fondamentale, che è lo stesso in ogni strumento a corda, ad aria, elettronico eccetera. Si producono, inoltre, altre frequenze aggiuntive chiamate "toni armonici" che possiedono intensità minore, sono multiple rispetto alla frequenza fondamentale e variano da uno strumento all'altro caratterizzandone il suono.

Consigli e trucchi (V)

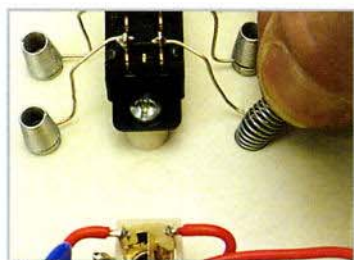
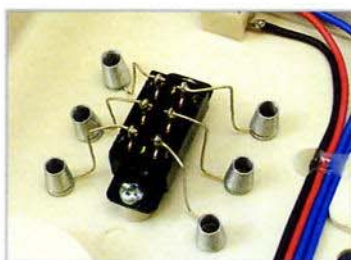
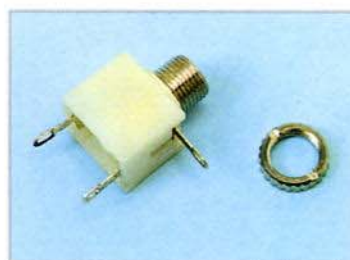
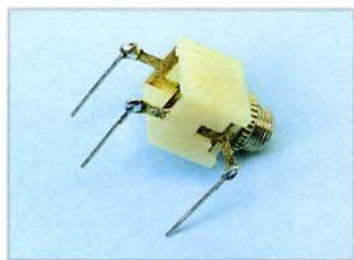
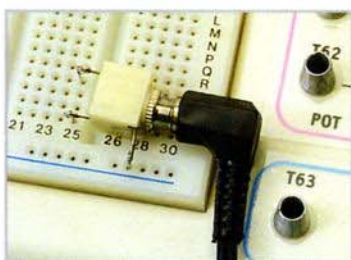
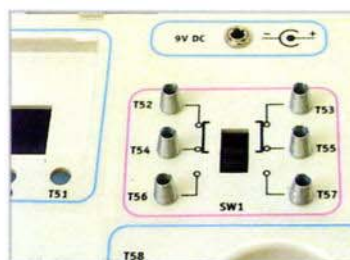
Si installano le connessioni per mezzo delle corrispondenti molle nel secondo circuito del commutatore.

MATERIALI

1. **Molle (3)**
2. **Jack stereo femmina**
3. **Filo grigio (cm 60)**

1 Con le tre molle, il commutatore doppio ha già disponibili i suoi due circuiti.

2 Le tre molle corrispondenti alle connessioni del secondo circuito del commutatore vengono installate come d'abitudine.

Trucchi

Le connessioni tra apparecchiature audio e questo laboratorio sono facilitate dall'utilizzo di un jack stereo femmina, che si adatta facilmente alla piastra dei prototipi. Per la connessione sarà necessario costruire o acquistare il cavo corrispondente con i suoi connettori; il modello dipende dal tipo di apparecchiatura a cui lo si vuole collegare. Il cavo grigio si dividerà approssimativamente in quattro pezzi lunghi circa cm 15.

Consigli e trucchi (V)

3 Dato che i fili erano già saldati al commutatore, rimane solamente da stringere ciascuno di essi alla molla corrispondente.

4 Conviene ripassare tutte le connessioni prima di capovolgere il laboratorio.

5 Disporre di un jack stereo femmina risulta molto utile per poter portare o togliere segnali al laboratorio.

6 Il jack può essere collegato facilmente nella piastra dei prototipi: basta saldare a ciascuno dei suoi tre terminali un pezzo di filo nudo lungo circa mm. 12.

7 Il jack con i due fili saldati è facilmente utilizzabile nella piastra dei prototipi. La massa corrisponde al terminale collegato alla parte esterna del jack di inserimento e verrà normalmente collegato a (-).

8 Il commutatore doppio dispone dei due circuiti commutatori.

9 Il laboratorio si sta completando e permette di effettuare sempre più esperimenti.